

CFD EXPERTS

Simulate the Future

WWW.CFDEXPERTS.NET

مجموعه مقاله‌های آموزشی

شماره ۳

اهمیت و کاربردهای CFD

Importance and Applications of CFD

نویسنده

جواد سپاهی یونسی

تمام حقوق برای سایت WWW.CFDEXPERTS.NET محفوظ است.

چکیده

جایگاه CFD در دنیای امروز فن آوری بسیار والا است. صنایع مختلفی چون هوافضا، اتومبیل، معماری، نفت و گاز و حتی در بررسی سلامت انسان از CFD استفاده می کنند. در این مقاله با مطالعه تاریخچه چند شرکت مهم در دنیا، اهمیت CFD در کاهش هزینه و زمان تولید محصولات بررسی می شود.

واژه های کلیدی

دینامیک سیالات محاسباتی یا CFD، طراحی به کمک کامپیوتر، مهندسی به کمک کامپیوتر، ساخت به کمک کامپیوتر، کاربردهای CFD، مزایای CFD

صفحه

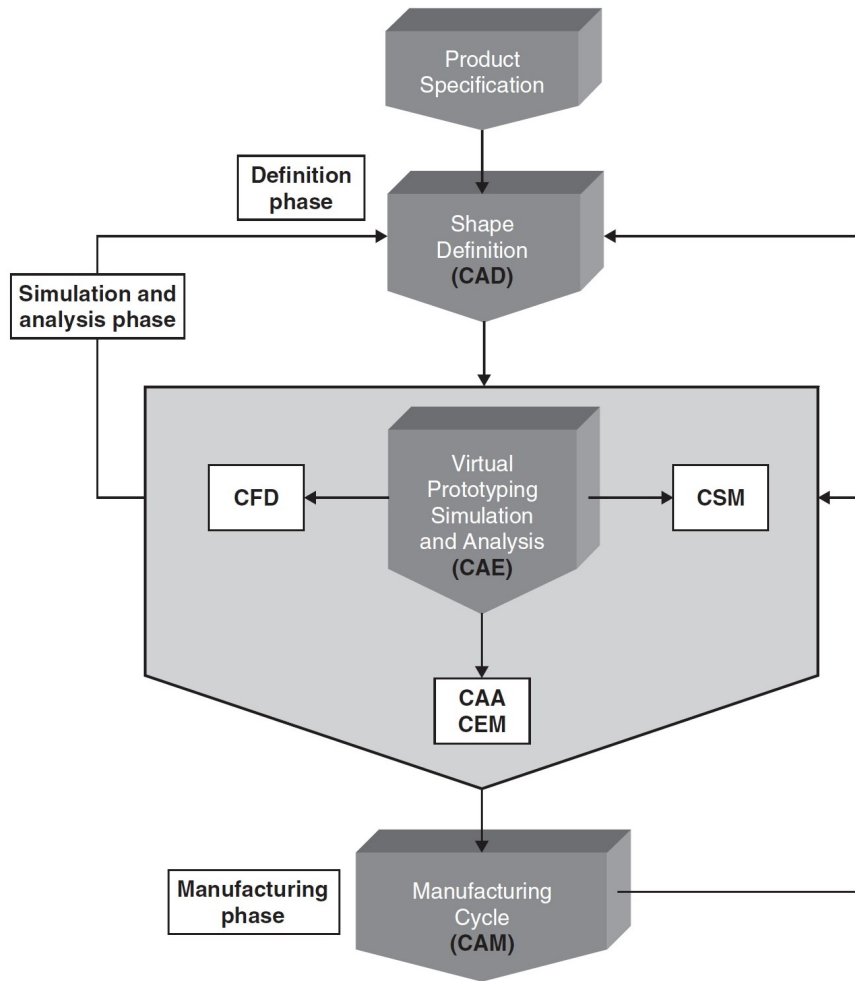
فهرست مطالب

۵.....	۳ اهمیت و کاربردهای CFD
۵.....	۱.۳ معرفی محیط مجازی تهیه نمونه اولیه
۶.....	۱.۱.۳ فاز تعریف (Definition Phase)
۷.....	۲.۱.۳ فاز شبیه‌سازی و تحلیل (Simulation and Analysis Phase)
۸.....	۳.۱.۳ فاز ساخت (Manufacturing Phase)
۸.....	۲.۳ اهمیت و نقش CFD
۱۲.....	۳.۳ کاربردهای CFD
۱۶.....	۴.۳ ویژگی‌ها و مزایای CFD
۱۶.....	۵.۳ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری
۱۷.....	منابع و مراجع

۳ اهمیت و کاربردهای CFD

۱.۳ معرفی محیط مجازی تهیه نمونه اولیه

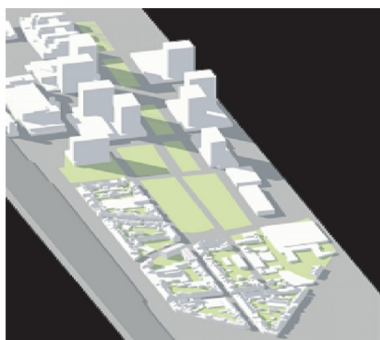
برای نشان دادن اهمیت و جایگاه CFD در دنیای فن آوری معاصر، لازم است به مقوله مهندسی به کمک کامپیوتر (Computer-assisted Engineering) یا CAE اشاره شود. در حقیقت CAE به مجموعه ابزار شبیه‌سازی بین فاز طراحی اولیه و فاز ساخت اشاره می‌کند. امروزه در صنعت سعی می‌شود تمام چرخه تولید محصول با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری شبیه‌سازی شود. قسمت‌های اصلی این چرخه طراحی به کمک کامپیوتر (Computer-assisted Design) یا CAD، مهندسی به کمک کامپیوتر (Computer-assisted Engineering) یا CAE و ساخت به کمک کامپیوتر (Computer-assisted Manufacturing) یا CAM هستند. این سه قسمت، محیط مجازی تهیه نمونه اولیه (Virtual Prototyping Environment) را می‌سازند که در شکل زیر جایگاه هر کدام نشان داده شده است. در این شکل منظور از CFD عبارت Computational Fluid Dynamics، منظور از CSM عبارت Computational Solid Mechanics، منظور از CAA عبارت Computational Aero-Acoustics و منظور از CEM عبارت Computational Electromagnetics است [۸].



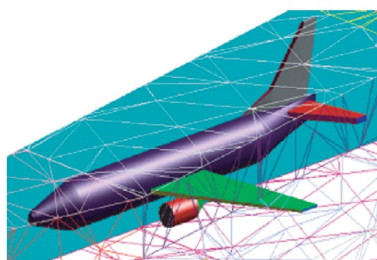
محیط مجازی تهیه نمونه اولیه [۱]

۱.۱.۳ فاز تعریف (Definition Phase)

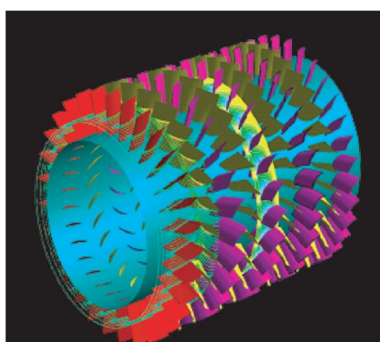
مرحله اول در فرآیند تولید یک محصول فاز تعریف است که در آن مشخصات هندسی و سایر ویژگی‌های محصول تعریف می‌شود. در این مرحله از نرم‌افزارهای CAD استفاده می‌شود تا تمام جزئیات هندسه تعیین شود. این فایل CAD ورودی مورد نیاز برای انجام تحلیل CFD و سایر تحلیل‌ها است. چند نمونه فایل CAD برای مسائل مختلف در شکل زیر نشان داده شده است.



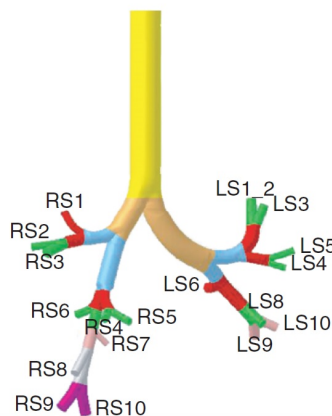
(a) Computer (CAD) model of an urban environment.



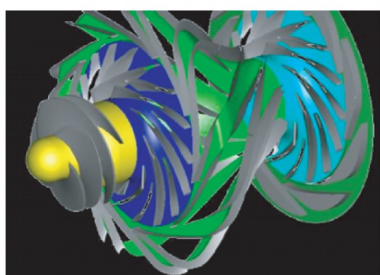
(b) Computer model (CAD) of an airplane.



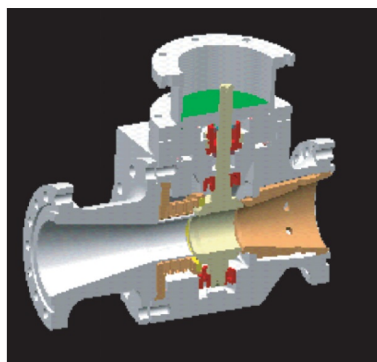
(c) Computer model of a multistage compressor.



(d) Computer model of a section of pulmonary branches in the lung. From Van Erbruggen et al. (2005).



(e) Computer model of the liquid hydrogen pump of the VULCAIN engine of the European launcher ARIANE 5.



(f) Computer model (CAD) of an industrial valve system.

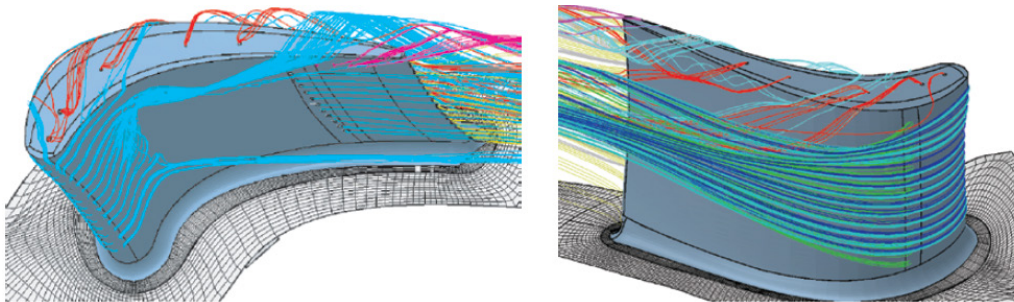
چند نمونه فایل CAD [۱]

۲.۱.۳ فاز شبیه‌سازی و تحلیل (Simulation and Analysis Phase)

در این مرحله با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری، رفتار فیزیکی سیستم شبیه‌سازی می‌شود. شاخه‌های

علمی مختلفی که در این مرحله استفاده می‌شوند عبارت‌اند از:

- مکانیک جامدات محاسباتی (CSM): با استفاده از نرم‌افزارهای این شاخه تنش، تغییر شکل، ارتعاشات، خستگی و طول عمر اجزای سیستم تخمین زده می‌شود.
- دینامیک سیالات محاسباتی (CFD): با استفاده از نرم‌افزارهای این شاخه تحلیل جریان و انتقال حرارت در سیستم انجام می‌شود.



شبیه‌سازی تداخل جریان سرد با جریان گرم در فرآیند خنک‌کاری پره‌های توربین گاز [۱]

- آیرودینامیک محاسباتی (CAA): مطالعه تداخلات صوتی به صورت محاسباتی
- الکترومغناطیس محاسباتی (CEM): مطالعه تداخلات الکترومغناطیسی به صورت محاسباتی

۳.۱.۳ فاز ساخت (Manufacturing Phase)

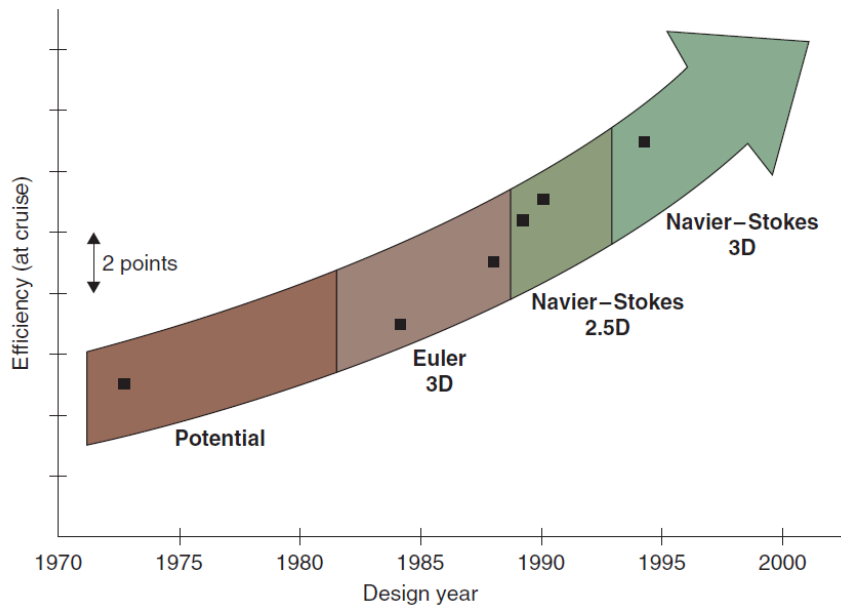
بعد از این که تحلیل‌ها به نتایج مطلوب رسیدند و اهداف طراحی حاصل شدند، در مرحله آخر چرخه ساخت شروع می‌شود. در این مرحله سعی می‌شود فرآیند ساخت شبیه‌سازی و قابلیت ساخت اشکال حاصل از مراحل قبل بررسی شود.

۲.۳ اهمیت و نقش CFD

با افزایش سرعت و حافظه کامپیوترها، فرآیندی که در قسمت قبل معرفی شد، سرعت گرفت. به عنوان مثال در حالی که فرآیند طراحی و ساخت یک اتومبیل جدید در دهه ۱۹۷۰ میلادی ۶ تا ۸ سال طول می‌کشید،

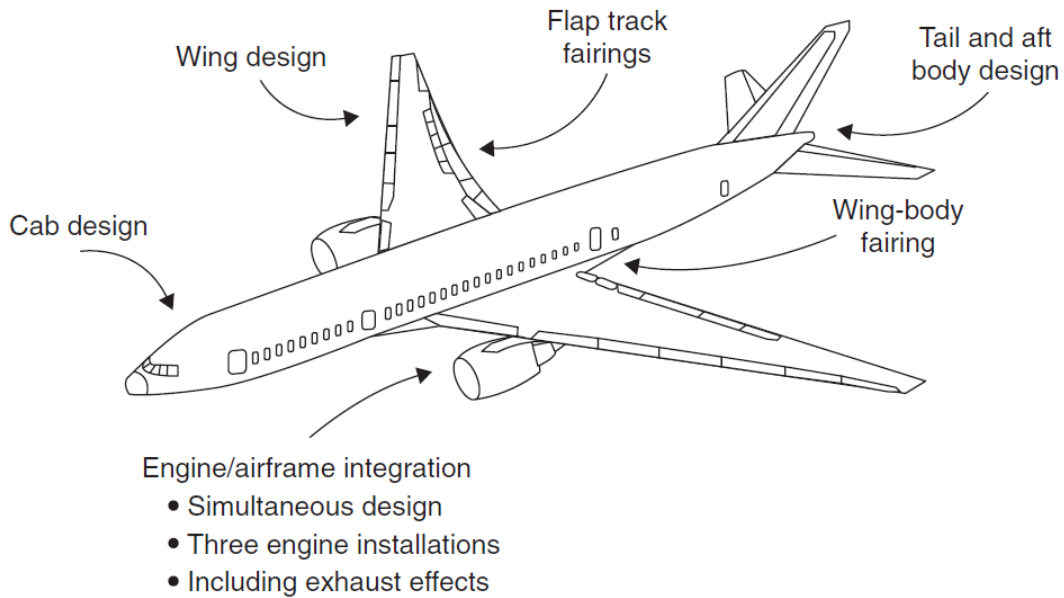
مدت زمان این فرآیند در سال ۲۰۰۵ به تقریباً ۳ سال کاهش یافت. همین روند در هوافضا و سایر صنایع مشاهده شده است [۱].

به‌عنوان مثالی از تاثیر CFD در روند پیشرفت صنایع مختلف می‌توان به صنعت پیشران‌ها اشاره کرد. در طول سال‌های مختلف استفاده از CFD باعث کاهش زمان طراحی موتورهای هوایی شده است. همان‌طور که شکل زیر نشان می‌دهد، استفاده از CFD در یک دوره ۳۰ ساله باعث ارتقای عملکرد موتور هواپیمای شرکت فرانسوی SNECMA شده است.

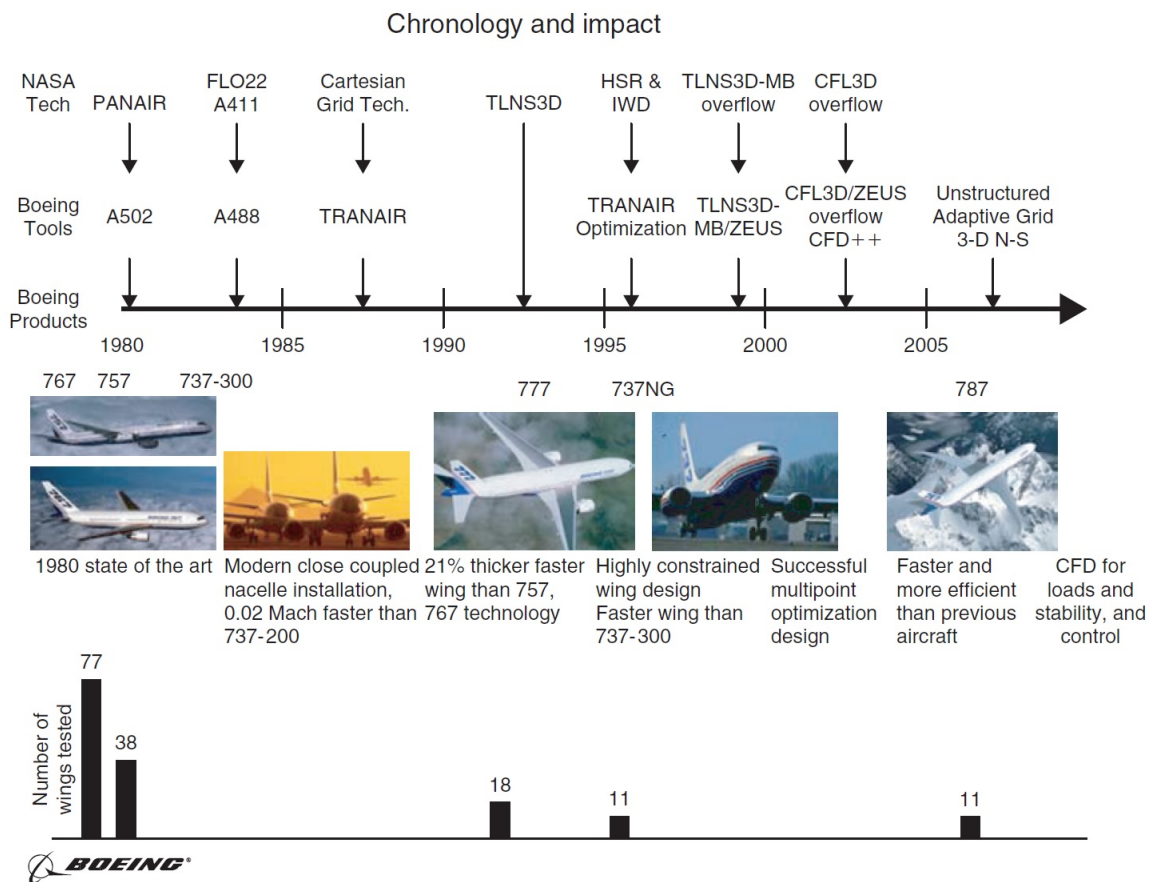


تاثیر CFD بر عملکرد فن موتور SNECMA در یک دوره ۳۰ ساله [۱]

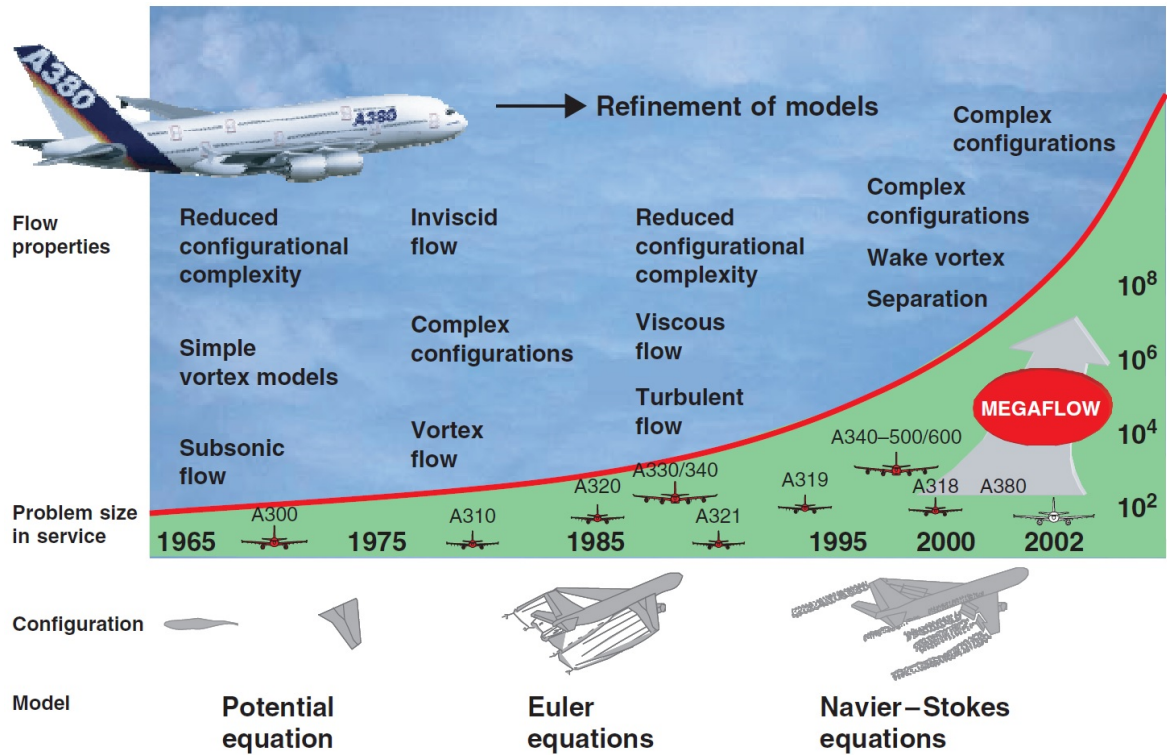
روند مشابهی در مورد کارایی CFD توسط شرکت هواپیماسازی بوئینگ نیز ذکر شده است. یکی از نقل قول‌های کارمندان این شرکت این است: «استفاده مؤثر از CFD یک جزء جدایی‌ناپذیر در فرآیند طراحی موفق هواپیماهای تجاری مدرن است. کاربرد CFD در طراحی هواپیماهای تجاری باعث انقلابی در فرآیند طراحی ایرودینامیکی شده است» [۱].



نقش CFD در طراحی هواپیمای بوئینگ ۷۷۷، فلش‌ها قسمت‌هایی را نشان می‌دهند که توسط CFD طراحی شده‌اند [۱]

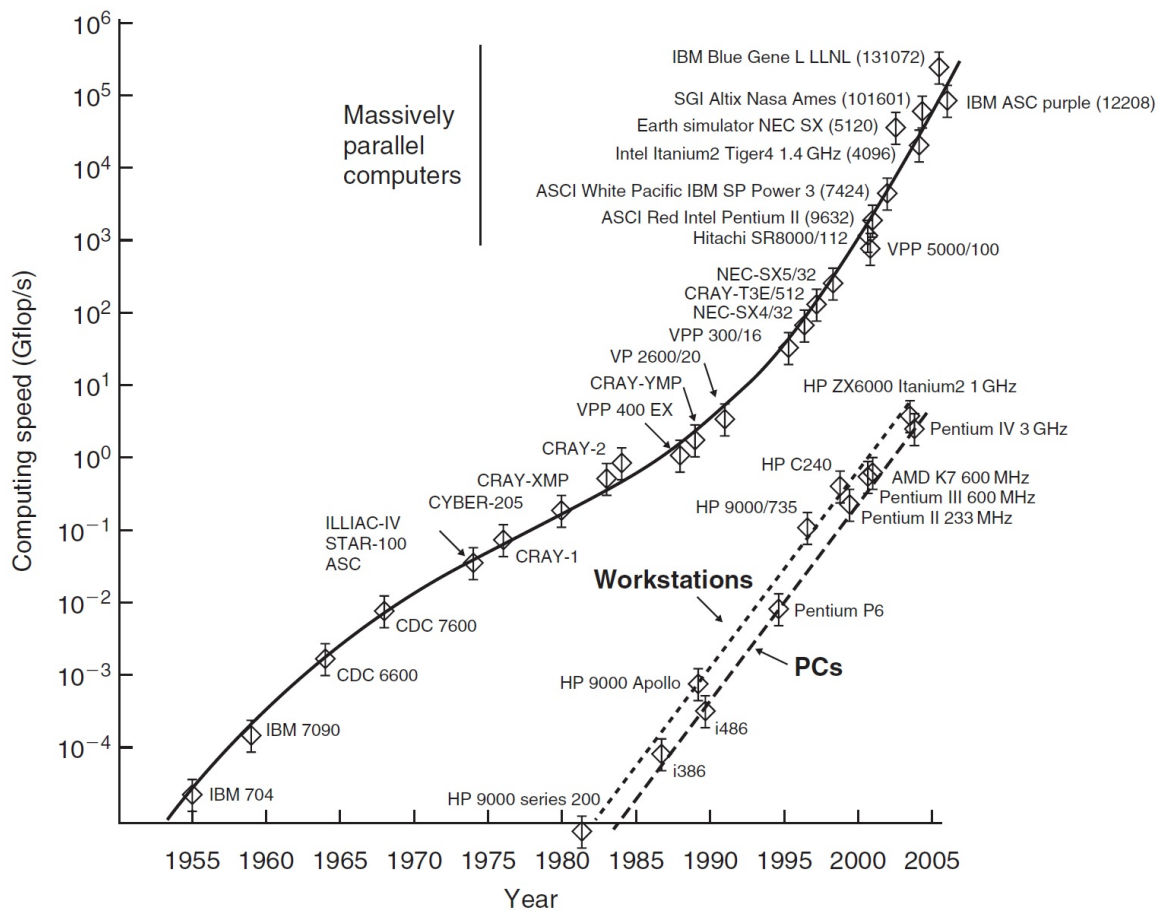


ارتقای CFD در بوئینگ در یک دوره ۴۰ ساله به همراه تاثیر CFD در کاهش تعداد بال‌های تست شده [۱]



ارتقای CFD در ایرباس در یک دوره ۴۰ ساله [۱]

یکی از دلایل تاثیرگذاری روزافزون CFD، ارتقای قدرت محاسباتی کامپیوترها بوده که در شکل زیر نشان داده شده است.



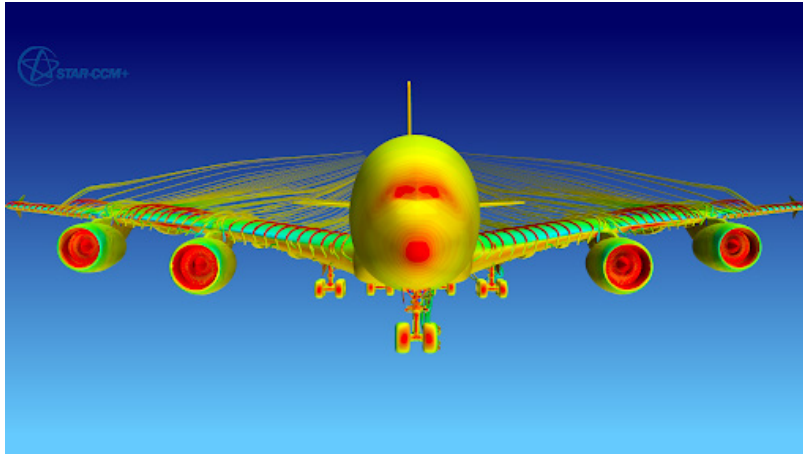
ارتقای قدرت محاسباتی کامپیوتر در یک دوره ۵۰ ساله بر حسب GigaFlops (10^9 عمل در ثانیه) به همراه

نام کامپیوتر [۱]

۳.۳ کاربردهای CFD

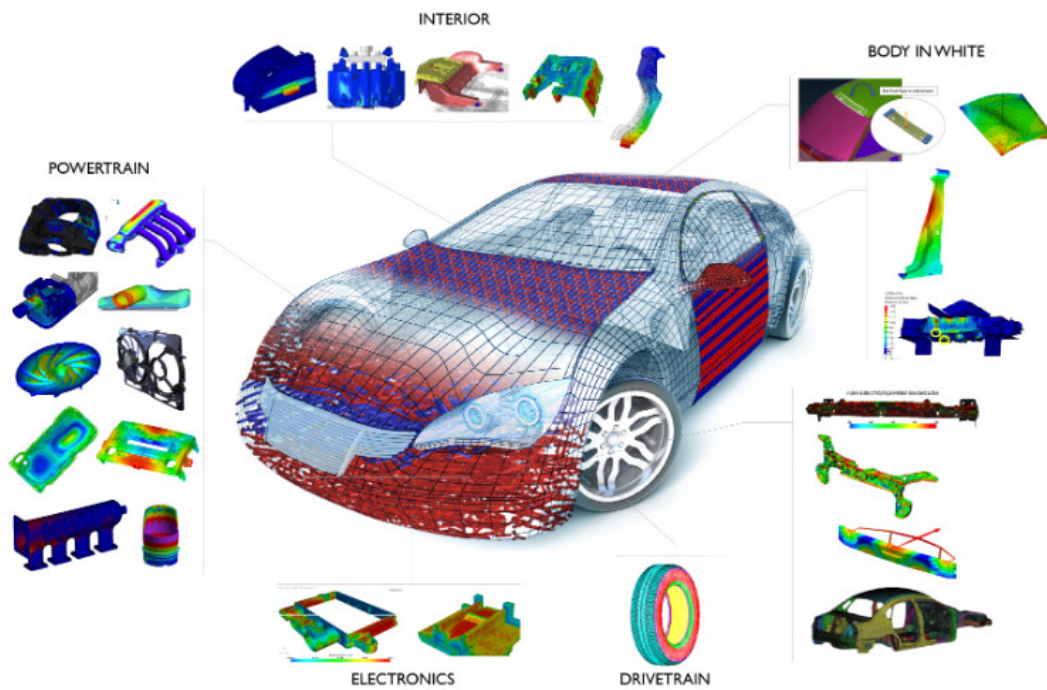
زمینه‌های کاربرد CFD شامل مهندسی هوافضا، مهندسی مکانیک، معماری، مهندسی شیمی، الکترونیک و کامپیوتر، تهویه مطبوع، نفت و گاز، طراحی قطار، ماشین‌آلات، فرآوری مواد غذایی، جریان عروق داخل بدن انسان، جریان داخل شش‌ها و مجاری تنفسی و ... می‌شود. همچنین صنایعی که در آن‌ها از CFD استفاده می‌شود عبارت‌اند از:

۱. هوافضا و صنایع دفاعی



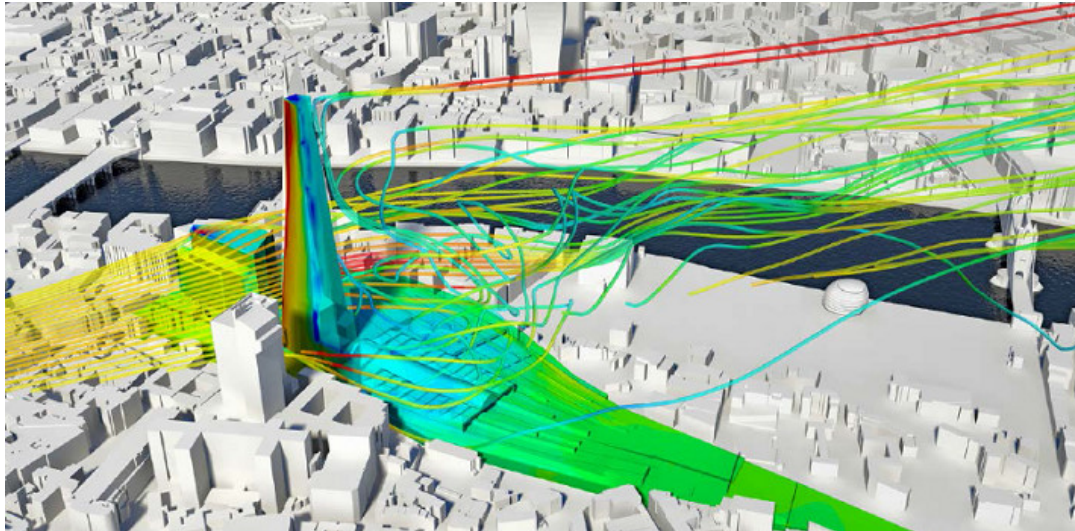
تحلیل CFD ایرباس A380

۲. اتومبیل



تحلیل CFD اجزای مختلف اتومبیل

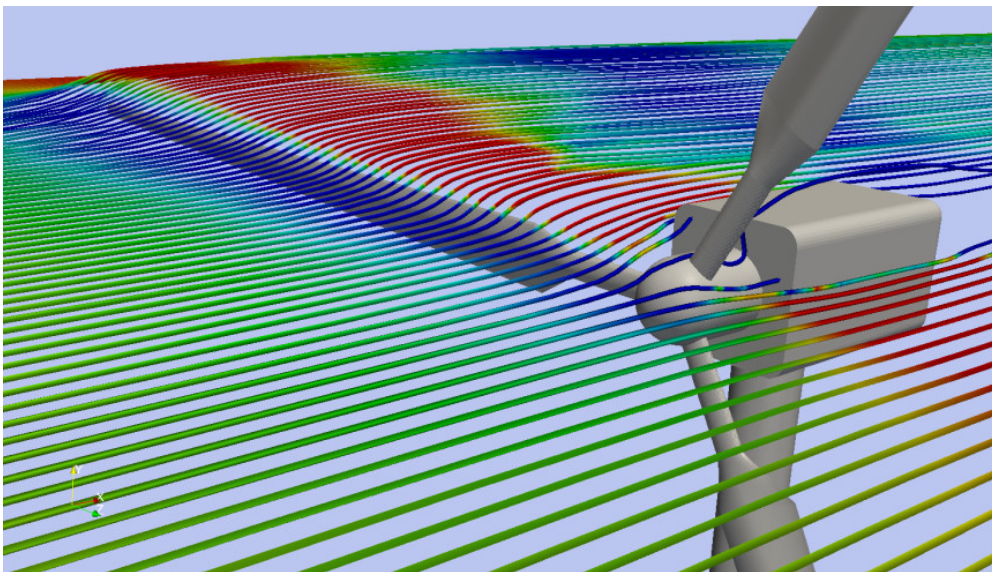
۳. ساختمان



CFD در صنعت ساختمان

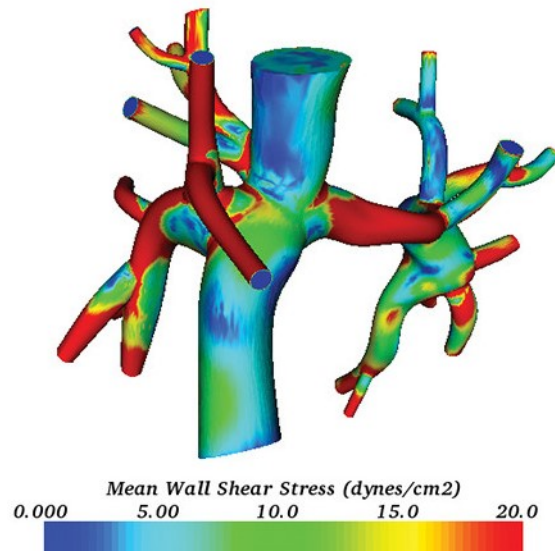
۴. کالاهای مصرفی

۵. انرژی



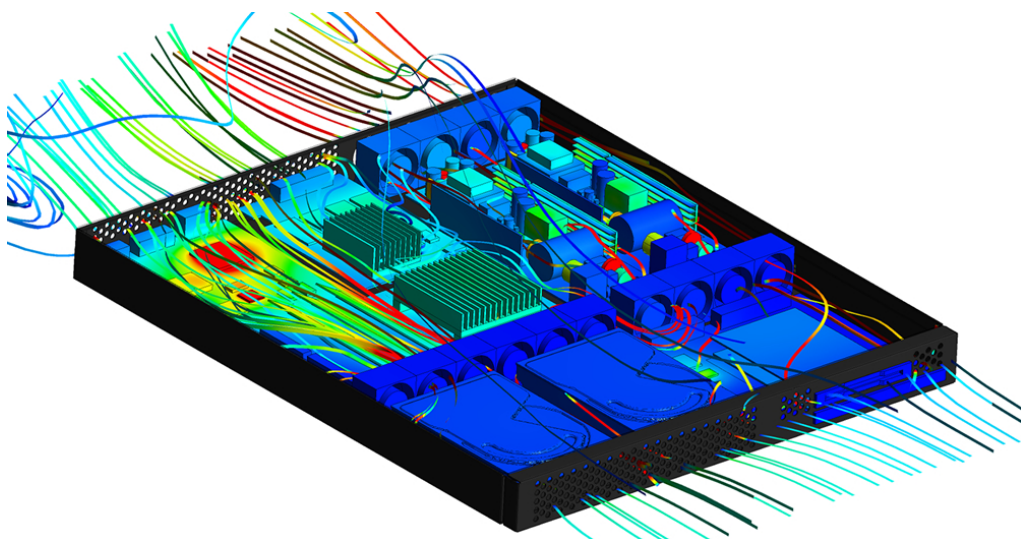
شبیه‌سازی جریان در توربین بادی با استفاده از CFD

۶. مراقبت‌های بهداشتی و سلامتی



شبیه‌سازی جریان خون در عروق

۷. الکترونیک



بررسی خنک‌کاری در یک برد الکترونیکی

۸. تجهیزات و ماشین‌آلات صنعتی

۹. فرآوری مواد

۱۰. نفت و گاز

۱۱. ورزش

۱۲. صنایع غذایی و آشامیدنی

۴.۳ ویژگی‌ها و مزایای CFD

۱. ساخت و بررسی نمونه اولیه سیستم در فضای مجازی قبل از ساخت آن
۲. تحلیل کامل و دقیق جریان سیال با جزئیات فراوان
۳. انعطاف‌پذیری در طراحی
۴. کاهش هزینه آزمایش‌های تجربی
۵. جایگزینی برای آزمایش‌های تجربی
۶. سرعت معقول در رسیدن به جواب
۷. کمک به ارتقای عملکرد سیستم‌های موجود

۵.۳ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

CFD به‌عنوان یک ابزار مهم در طراحی، تحلیل، بهینه‌سازی و ارتقای عملکرد سیستم‌ها در صنایع زیادی کاربرد دارد. استفاده از CFD باعث کاهش چشم‌گیر هزینه‌های آزمایش‌های تجربی می‌شود. فرآیند طراحی وسایل با استفاده از CFD بسیار کوتاه می‌شود که بررسی تاریخچه شرکت‌های مهم در دنیا مبین این نکته است.

نظرات خود را در مورد این مقاله با ما در میان بگذارید.

منابع و مراجع

C. Hirsch, "Numerical Computation of Internal and External Flows", Elsevier, Vol. 1, 2007. [۱]